

# INHALT



30

ASTRONOMIE & PHYSIK  
Wie entsteht Ordnung  
aus Chaos?



40

MEDIZIN & BIOLOGIE  
Mehr Vertrauen dank Chemie?



48

MEDIZIN & BIOLOGIE  
Killerwürmer: Bessere Aussichten auf einen Impfstoff

## AKTUELL

### 10 Spektrogramm

Kleinstes Exoplanet • Vormensch mit Nussknackergebiss • Farben des Denkens • Uralte Monsterschlange • Feldknoten als Teilchen u. a.

### 13 Bild des Monats

Fußabdruck eines Frühmenschen

### 14 Draculas Stammbaum

Mutationen im Blutgerinnungshemmer bestimmten die Evolution der Vampire

### 16 E.colizenz zum Töten

Krebsbekämpfung mit künstlichem Räuber-Beute-System aus Bakterien

### 20 Mit Salz aus Holz Zucker gewinnen

Eleganter Weg zur Produktion von Biokraftstoffen aus Pflanzenrückständen

### 23 Einsiedler im Erdinneren

3000 Meter unter der Erde lebt ein Bakterium von radioaktiver Strahlung

### 24 Springers Einwürfe

Ist Ekel angeboren oder adressiert?

## ASTRONOMIE & PHYSIK

SCHLICHTING!

### 29 'ne Perl in jeder Primel Ohr

Warum sich Tau zu Tropfen formt

### 30 ► Ordnung aus Chaos

Nach dem zweiten Hauptsatz der Thermodynamik kann in unserer Welt die Unordnung nur wachsen. Woher stammt dann die Ordnung, die wir überall beobachten?

PHYSIKALISCHE UNTERHALTUNGEN

### 36 Die unentschlossene Sonne auf Merkur

Sie geht auf, gleich wieder unter und noch einmal auf, weil Merkur so langsam rotiert und so schnell und ungleichmäßig um die Sonne läuft

## MEDIZIN & BIOLOGIE

### 40 ► Die Neurobiologie des Vertrauens

Bestimmte Moleküle, die ansonsten Geburtswehen auslösen, beeinflussen unser Verhalten Fremden gegenüber

### 48 ► Kampf den Killerwürmern

Schistosomen, eine Gattung der Saugwürmer, töten jährlich 200 000 Menschen. Genetische Werkzeuge verbessern jetzt die Chancen auf einen wirksamen Impfstoff

## WEITERE RUBRIKEN

- 3 Editorial: Religion im Licht der Evolution
- 8 Leserbrief
- 8 Impressum
- 77 Im Rückblick
- 110 Vorschau

### 104 Rezensionen:

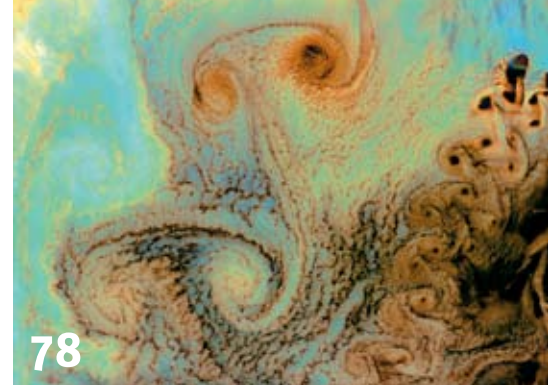
- Peter J. Bentley *Das Buch der Zahlen*
- Xuewu Gu, Maximilian Meyer *Chinas Energiehunger: Mythos oder Realität?*
- J. H. Reichholf *Warum die Menschen sesshaft wurden*
- Marlene Zuk *Was wäre das Leben ohne Parasiten?*
- Rüdiger Vaas, M. Blume *Gott, Gene und Gehirn*



TITEL

## Gehirn am Draht

88



78

MENSCH & GEIST  
Die Mathematik der Strömung



96

TECHNIK & COMPUTER  
E-Autos: Energiepuffer für Stromnetze?

## ERDE & UMWELT

ERDE 3.0

- 56 Die Ethik des Klimawandels**  
Auf wie viel Wohlstand sollten wir verzichten, um künftigen Generationen, die vermutlich reicher sind als wir, Kosten durch die Erderwärmung zu ersparen?

- 64 Kurzberichte**  
Bodenentgiftung mit Pflanzen · Bio boomt trotz Krise · Umweltfreundliche Fabriken

WISSENSCHAFT & KARRIERE

- 66 »Carpe Diem«**  
Wer heute den Schritt in den Markt wagt, hat kleinere Hürden zu überwinden, jedoch mehr Konkurrenz, meint der Physiker und SAP-Mitgründer Klaus Tschira

## MENSCH & GEIST

SERIE (TEIL IV) EVOLUTION

- 68 ► Religion als Evolutionsvorteil**  
Anders als Charles Darwin betrachtete sein Zeitgenosse Gustav Jaeger Glauben und Evolution nicht als unversöhnlichen Gegensatz

ESSAY

- 74 Müssen wir glauben?**  
Offenbar ist der Mensch kognitiv prädisponiert, an etwas zu glauben

SERIE (TEIL VII)

DIE GRÖSSTEN RÄTSEL DER MATHEMATIK

- 78 Die Navier-Stokes-Gleichungen**  
Sie beschreiben Allerweltsphänomene – Strömungen von Flüssigkeiten und Gasen; dennoch ist bis heute unklar, unter welchen Voraussetzungen sie lösbar sind

## TECHNIK & COMPUTER

TITEL

- 88 Log-in ins Gehirn**  
Wie weit ist die Entwicklung einer Gehirn-Computer-Schnittstelle gediehen, von der Futurologen und Sciencefiction-Autoren seit Langem träumen?

WISSENSCHAFT IM ALLTAG

- 94 Drehen und Wippen**  
Mikromotoren bringen Festplatten auf Touren

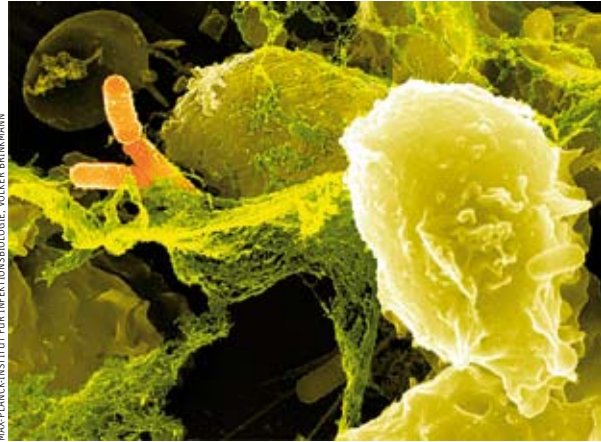
SERIE (TEIL III) AUTOS DER ZUKUNFT

- 96 ► Elektroautos – die rollenden Stromspeicher**  
Auch Stromversorger unterstützen den Trend zur Elektromobilität. Millionen von E-Fahrzeugen könnten ihnen nämlich eines Tages helfen, ihre Netze effizienter zu betreiben

Titelmotiv: Kenn Brown, Mondolithic Studios

Die auf der Titelseite angekündigten Themen sind mit ► gekennzeichnet; die mit ► markierten Artikel finden Sie auch in einer Audioausgabe dieses Magazins, zu beziehen unter: [www.spektrum.de/audio](http://www.spektrum.de/audio)

Dies alles und vieles mehr finden Sie in diesem Monat auf **www.spektrum.de**. Lesen Sie zusätzliche Artikel, diskutieren Sie mit und stöbern Sie im Heftarchiv!



MAX-PLANCK-INSTITUT FÜR INFektionsBIOLOGIE, VOLKER BRINKMANN



**SPEKTRUMDIREKT** Alles auf Abwehr  
[www.spektrumdirekt.de/immunsystem](http://www.spektrumdirekt.de/immunsystem)

**INTERAKTIV** Mathematische Gruppen und mehr  
[www.spektrum.de/artikel/983339](http://www.spektrum.de/artikel/983339)

**spektrumdirekt.de**

*Die Wissenschaftszeitung im Internet*

## Alles auf Abwehr

Gegen Viren, Bakterien oder Parasiten setzt der Körper komplexe Abwehrketten in Gang. Doch mitunter versagt unser Immunsystem, und manchmal – bei Autoimmunkrankheiten – tut es zu viel des Guten

[www.spektrumdirekt.de/immunsystem](http://www.spektrumdirekt.de/immunsystem)

## »Lücken« im ewigen Eis

Das Polarjahr 2007/2008 ist vorbei, aber Arktis und Antarktis machen weiterhin Schlagzeilen. Vor allem dann, wenn Forscher immer mehr Lücken in unserem Verständnis der Vorgänge rund um die Pole schließen können

[www.spektrumdirekt.de/polarforschung](http://www.spektrumdirekt.de/polarforschung)

## TIPPS

*Nur einen Klick entfernt*

### Surfen durch das Jahr der Astronomie

»Sterne und Weltraum« berichtet online über ausgewählte Ereignisse im Internationalen Jahr der Astronomie, etwa das weltweite Beobachtungsprojekt »Globe at Night«, den Kometen Lulin oder die »Wiederkehr« des Mars

[www.astronomie-heute.de](http://www.astronomie-heute.de)

### Welt aus Quarks

Allen, die im Teilchenzoo gelegentlich den Überblick verlieren, bieten wir online eine bebilderte kurze Einführung in die Welt der Elementarteilchen. Tatsächlich sind es nicht mehr als 18 verschiedene Bausteine, aus denen sich die beobachtbare Welt zusammensetzt: sechs Quarks, sechs Leptonen und sechs Kraftteilchen

[www.spektrum.de/artikel/980303](http://www.spektrum.de/artikel/980303)

## INTERAKTIV

*Machen Sie mit!*

### Mathematische Gruppen, Nikotin oder die Neurobiologie des Tanzes?

In unserer 11. Wunschartikelrunde stehen wieder fünf Themen zur Wahl. Stimmen Sie mit ab! Den von Leserinnen und Lesern gewählten Wunschartikel werden wir in der Printausgabe veröffentlichen. Dem Gewinner winkt eine Reise nach Heidelberg und ein Besuch in der »Spektrum«-Redaktion

[www.spektrum.de/artikel/983339](http://www.spektrum.de/artikel/983339)

### Der Stand der Welterkenntnis

Es ist der größte, aber auch der wohl am schwersten umzusetzende Traum der modernen Physik: die Welt mit all ihren Vielfältigkeiten aus einer einzigen Theorie heraus zu beschreiben. »Der Quantenkosmos« von Claus Kiefer fasst den Stand der Dinge zusammen. Lesen Sie unsere Rezension oder stellen Sie selbst ein Buch vor

[www.spektrumdirekt.de/artikel/982849](http://www.spektrumdirekt.de/artikel/982849)





AMS-BERLIN (ALEXANDER FREIHERR VON HUMBOLDT), GEMÄLDE VON GEORG FRIEDRICH WEITSCH, 1806; ALTE NATIONALGALERIE BERLIN

FÜR ABONNENTEN »Das ewige Treiben in mir«

[www.spektrum-plus.de](http://www.spektrum-plus.de)

## FÜR ABONNENTEN

Ihr monatlicher Plus-Artikel  
zum Download

### »Das ewige Treiben in mir«

»Das Zusammen- und Ineinanderweben aller Naturkräfte zu untersuchen«, so lautete das Vorhaben, das Alexander von Humboldt geradezu versessen zu seinem Lebensinhalt machte. Damit setzte sich der vielleicht letzte Universalgelehrte zwar nicht das eine große Denkmal, wie dies etwa Charles Darwin mit seiner Evolutionstheorie tat. Doch Humboldts multidisziplinärer Ansatz ist heute wieder hochmodern

DIESER ARTIKEL IST FÜR ABONNENTEN  
FREI ZUGÄNGLICH UNTER

[www.spektrum-plus.de](http://www.spektrum-plus.de)

## FREIGESCHALTET

Ausgewählte Artikel aus **epoc** und  
**Gehirn&Geist** kostenlos online lesen

### »Felsenstadt Petra – Zentrum des nabatäischen Reiches«

Nabatäer, Römer, Byzantiner und Muslime hinterließen ihre Spuren in dieser archäologischen Stätte im Süden Jordaniens, die im Mittelpunkt eines neuen Bildbands steht. Ein exklusiver Vorabdruck

DIESEN ARTIKEL FINDEN SIE ALS KOSTENLOSE  
LESEPROBE VON **EPOC** UNTER

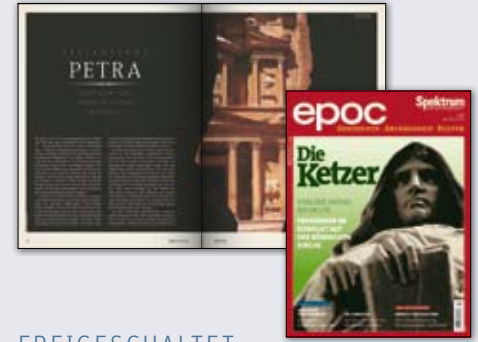
[www.epoc.de/artikel/983437](http://www.epoc.de/artikel/983437)

### »Homo religiosus«

Die Debatte über Wissenschaft und Religion nimmt eine Wende: Forscher suchen nach den biologischen Wurzeln des Glaubens. Für den Religionswissenschaftler Michael Blume gibt es viele Argumente, Spiritualität und Frömmigkeit als »segsreiche« Produkte der Evolution zu begreifen

DIESEN ARTIKEL FINDEN SIE ALS KOSTENLOSE  
LESEPROBE VON **GEHIRN&GEIST** UNTER

[www.gehirn-und-geist.de/artikel/982255](http://www.gehirn-und-geist.de/artikel/982255)



FREIGESCHALTET

»Felsenstadt Petra«

[www.epoc.de/artikel/983437](http://www.epoc.de/artikel/983437)

Alle Publikationen unseres  
Verlags sind im Handel,  
im Internet oder direkt über  
den Verlag erhältlich

[www.spektrum.com](http://www.spektrum.com)  
[service@spektrum.com](mailto:service@spektrum.com)  
Telefon 06221 9126-743

## WISSENSlogs

Die Wissenschaftsblogs

### Auserlesen

Für die »Auslese 2008« unter den letztjährigen Posts in deutschen Wissenschaftsblogs tat sich kürzlich eine fünfköpfige Jury von Journalisten und Wissenschaftlern zusammen. Heraus kam eine Auswahl der 15 besten Texte ([www.wissenschafts-cafe.net/2009/02/auslese-2008-die-besten-wissenschaftlichen-blogartikel-des-jahres/](http://www.wissenschafts-cafe.net/2009/02/auslese-2008-die-besten-wissenschaftlichen-blogartikel-des-jahres/)). Ihre Themen reichen von Anatomie und Gezeiten über Weihnachten im Islam und die »Klimawette« bis hin zum Zusammenhang zwischen Neuromarketing und mentalem Kapitalismus. Allein vier davon finden Sie in den Blogs des Spektrum-Verlags. Schauen Sie rein!

[www.wissenslogs.de](http://www.wissenslogs.de)  
[www.scilog.de](http://www.scilog.de)